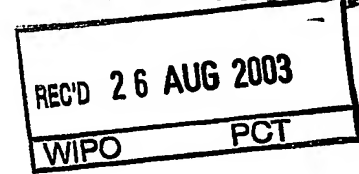


10/520245



PCT/EP03/7115

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 29 883.1

**Anmeldetag:** 03. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Ulrich Körner, Höhr-Grenzhausen/DE

**Bezeichnung:** Extrusionsanlage zur Herstellung einer Kunststoffplatte mit Ankernoppen

**IPC:** B 29 C 47/34

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Agurks

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

u.Z.: G1513 DE  
Körner, Ulrich  
Höhr-Grenzhausen, BRD

WOLFGANG & PARTNER  
PATENTANWÄLTE  
BERGSTR. 4  
41074 KÖLN

3. Juli 2002

5

## **Extrusionsanlage zur Herstellung einer Kunststoffplatte mit Ankernoppen**

10

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung einer Kunststoffplatte und/oder Folie mit einstückig mit dieser ausgebildeten Ansätzen bzw. Ankern, bei der bzw. bei dem der aufgeschmolzene Kunststoff als flache Bahn durch einen Spalt zwischen einer Walze und einer Umlaufvorrichtung geführt wird, wobei die Umlaufvorrichtung umlaufende Formleisten mit Vertiefungen zur Ausbildung der Anker aufweist und wobei sich die Formleisten beim Übergang eines geraden Abschnitts in einen gekrümmten Abschnitt der Umlaufvorrichtung so öffnen, daß die ausgebildeten Anker zerstörungsfrei und kraftlos freigegeben bzw. entformt werden.

20

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und/oder der erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellte Kunststoffplatten mit Ansätzen bzw. Ankern werden zur Auskleidung, Verkleidung oder Verschalung von Bauwerken oder Bauteilen verwendet. Derartige Bauwerke oder Bauteile bestehen üblicherweise aus Beton, Mörtel, Erdreich oder sonstigen schütt- oder gießfähigen Baustoffen bzw. viskosen Materialien.

30

Die Kunststoffplatte oder Folie weist eine- oder beidseitig Ansätze bzw. Anker auf, mit denen sie mit dem Bauwerk bzw. Bauteil, in der Regel bei dessen Herstellung, verbunden werden. Die Ansätze bzw. Anker dienen der mechanischen Befestigung am Bauteil und weisen hierzu besondere vom Anwendungsgebiet und vom verwendeten Baustoff bzw. Material abhängige geometrische, vorzugsweise mit Hinterschnidungen versehene Formen auf.

35

Kunststoffplatten dieser Art werden besonders als chemisch beständiger, flüssigkeits- und/oder gasdichter Schutz von Konstruktionen eingesetzt. Hierbei gewähr-

leisten sie die Dichtheit gegen Wasser, Abwasser, Chemikalien aller Art, Säuren, Laugen sowie Gase und andere Medien.

5 Der Einsatz derartiger Kunststoffplatten erfolgt u.a. bei Bauwerken und Bauteilen, wie beispielsweise Rohren, Rohrleitungen, Tunneln, Kanälen, Becken, Behältern, Kaminen, Staumauern, Fahrbahnen, Brücken, Fundamentplatten in Kellern sowie Außenfassaden etc.

10 Derartige Platten werden in der Regel aus thermoplastischen Kunststoffen mit hoher Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit hergestellt, wie z.B. Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid (PVC), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Ethylen Tetrafluor-  
ethylen (ETFE) sowie Sondertypen o.g. Werkstoffe, die üblicherweise in einem kontinuierlichen Prozeß verarbeitet werden.

15 DE-U-296 15 818 beschreibt eine Vorrichtung zur Herstellung einer mit Befestigungs-  
noppen versehenen Schutzplatte, wobei die Vorrichtung eine Einrichtung zum Kaltumformen von Befestigungs-  
noppen aufweist, wobei zum gegenseitigen Pressen der in Reihen angeordneten Befestigungs-  
noppen zwei Längsprofile vorgesehen sind, deren jeweilige Stempelkanten ganz oder teilweise abgerundet sind und/oder  
20 schräge Stempelflächen aufweisen.

EP-B-0 436 058 offenbart ein Extrusions- und Kalandrierverfahren, mit dem eine  
Kunststoffplatte, insbesondere zum Auskleiden von Betonbehältern mit Verankerungselementen hergestellt wird, die vorzugsweise aus flächenförmigen Flügeln, die  
25 unter Einschluß eines Winkels und bzgl. ihrer Breite versetzt zueinander in etwa V-förmig angeordnet sind. Hierzu ist eine Walze mit Ausnehmungen versehen, die  
jeweils mindestens zwei von einem Oberflächenbereich der Walze sich in das Walzeninnere verspreizende Teilausnehmungen für Flügelemente aufweisen, die sich  
nicht hinterschnitten in die Walze erstrecken. Bei der Herstellung füllt die Schmelze  
30 die Ausnehmungen, wird abgekühlt und aus der Form herausgezogen bzw. herausgerissen.

DE-A-31 08 972 beschreibt ein Verfahren, bei dem durch Schweißen einzelne spritzgeformte Noppen mit einer glatten Kunststoffplatte verbunden werden.

5 EP-A-0 294 507 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Noppenplatten, wobei die Platten kontinuierlich extrudiert werden, wobei der Plattenrohling zwischen zwei Walzen, von denen mindestens eine eine Profilwalze ist, durchgeführt wird, wobei auf der einen Seite der Profilwalze die Noppen aus dem Material des Plattenrohlings geformt werden und wobei die gebildeten Noppen unter im wesentlichen translatorischer Bewegung durch ein eine Hinterschneidung erzeugendes (Schneid-) Werkzeug geführt werden.

10 FR-A-11 02 294 beschreibt ein Verfahren, mit dem Kunststoffplatten durch Extrudieren hergestellt werden, wobei bei der Extrusion auf einer Plattenseite bedingt durch den Extrusionsvorgang über die gesamte Plattenlänge Ankerleisten, die auch hin-  
15 terschnitten sein können, ausgebildet werden.

US-A-2 816 323 offenbart eine Kunststoffplatte, aufweisend durchgehende Längsstege mit T-Profil.

20 DE-A-29 34 799 offenbart eine Betonschutzplattierung mit sich parallel zueinander erstreckenden Verankerungsrippen, in denen Kanäle vorgesehen sind.

25 EP-A-0 960 710 offenbart ein kontinuierliches Extrusionsverfahren zum kontinuierlichen und zerstörungsfreien Herstellen von Kunststoffplatten, die Ankernoppen aufweisen, wobei eine Walze verschiedene Formleisten aufweist, an deren Längsseiten die zu formenden Anker oder Stege eingearbeitet sind, wobei die Formleisten durch Hydraulik- oder Pneumatikzylinder angehoben werden können, um die entstandene Ankerplatte freizugeben.

30 Die nicht kontinuierlichen Verfahren haben u.a. den Nachteil, daß zur Herstellung der Ankerplatte mehrere Arbeitsgänge an mehreren Vorrichtungen benötigt werden. Dies erfordert einen erhöhten Kosten- und Zeitaufwand im Vergleich zu kontinuierlichen Extrusionsverfahren. Hinzu kommt, daß die nachträgliche Verformung der An-

ker bzw. das nachträgliche Anbringen der Anker Schnittstellen und/oder Material- bzw. Gefügeänderungen bedingt, was sich nachteilig auf die Qualität der Kunststoffplatten auswirkt.

- 5 Bei kontinuierlichen Verfahren, die hinterschnittene Ankerformen in nur einer Ebene erzeugen, wird der Anker, nachdem die Schmelze abgekühlt ist, aus der Form herausgezogen bzw. herausgerissen. Hieraus ergibt sich im Umkehrschluß der Nachteil, daß Einbetonierte in der vorbeschriebenen Art und Weise hergestellte Kunststoffplatten auch mit relativ geringen Kräften aus dem Beton herausgedrückt bzw. gezogen werden können.

- 10 Des weiteren weisen kontinuierliche Verfahren, bei denen Längsstege in Produktionsrichtung hergestellt werden, den Nachteil auf, daß, da bei auszukleidenden Bauwerken in jede Richtung gleiche Beanspruchbarkeit der Platte gegeben sein sollte, schlechte Ergebnisse bzgl. Haltbarkeit etc. im Vergleich zu punktförmigen, in  
15 jede Richtung gleich beanspruchbaren Befestigungen erzielt werden.

- Bei sich mittels Hydraulik oder Pneumatikzylindern öffnenden oder schließenden Leisten erweist sich durch die hohe Zahl an Zylindern und den hohen Steuerungs-  
20 aufwand eine qualitative und kontinuierliche Produktion als schwierig. Des weiteren besteht die Gefahr, daß austretende Druckluft örtlich die Eigenschaft der Kunststoffplatte negativ beeinflusst.

- Des weiteren sind die vorbeschriebenen Verfahren oftmals in der Arbeitsbreite be-  
25 schränkt und weisen keine Möglichkeit auf, einzelne Anker mit hinterschnittenen Formen, wie z.B. der eines auf den Kopf gestellten Kegelstumpfs oder stegförmige Anker quer zur Produktionsrichtung kontinuierlich herzustellen. Eine Produktion derartiger Formen mit geschlossener Form bzw. Formleiste ist nicht möglich. Auch beeinträchtigen die bekannten Verfahren die Eigenschaften der Ankerplatte u.a.  
30 durch Kaltverformung, Verformungen am Anker in der Produktion oder durch Schweißverfahren mit mehrstufigem Produktionsaufwand.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, mit der bzw. mit dem eine variable, kontinuierliche Herstellung von Kunststoffplatten und/oder Folien mit ein- oder beidseitigen Ankern, die in einer oder mehreren Ebenen hinterschnittene Formen, wie z.B. die eines auf den Kopf gestellten Kegelstumpfes oder aber stegförmige Anker quer zur Produktionsrichtung, kontinuierlich hergestellt werden können. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, mit der bzw. mit dem mehrschichtige Platten und/oder Zusätze enthaltende Platten mit ein- oder beidseitigen Ankern kontinuierlich herstellbar sind. Ebenso sind die weiteren Nachteile des Standes der Technik zu überwinden.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Patentansprüche gelöst. Die Erfindung geht von dem Grundgedanken aus, die Anker einer Kunststoffplatte durch der Ankerform entsprechende Vertiefungen bzw. Nester, die in Formleisten ausgebildet sind, auszubilden, wobei eine Formleiste entlang ihrer Längsseite(n) jeweils ein Teil eines oder mehrerer Ankernester aufweist und wobei ein vollständige Ankernest durch das aneinander Anliegen zweier Formleisten gebildet wird. Weiterhin sind die Formleisten derart an einer Umlaufvorrichtung, die mindestens einen geraden Abschnitt und mindestens einen gekrümmten Abschnitt aufweist, angeordnet, daß die Formleisten an dem geraden Abschnitt aneinander anliegen und die Nester bzw. Vertiefungen zur Ausbildung der Ansätze vollständig ausbilden, wobei sich die Formleisten am gekrümmten Abschnitt im Bezug zueinander öffnen und so die ausgebildeten Anker bzw. Ansätze freigeben.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine kontinuierliche Produktion von Kunststoffplatten mit Ankern bzw. Ankerplatten in einem Arbeitsgang bei erhöhter Extrusionsgeschwindigkeit sichergestellt. Die zum Ausbilden der Anker verwendeten Formleisten sind beim Füllen sicher geschlossen und das Entformen bzw. Freigeben der ausgebildeten Anker ist ohne besondere Einrichtungen und ohne bzw. mit geringem Kraftaufwand gewährleistet.

Mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. einem erfindungsgemäßen Verfahren können besonders kraftschlüssige Ankerformen, z.B. auf dem Kopf stehende

Kegelstümpfe oder Pyramidenstümpfe oder quer zur Produktionsrichtung angeordnete Stegprofile ausgebildet werden.

5 Des weiteren können Anker oder Stegprofile mit harmonisch ausgeführten Querschnittsübergängen im Bereich Anker/Platte ausgebildet werden, um so eine optimale Belastbarkeit und Tragfähigkeit sicherzustellen.

10 Eine bevorzugte erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Umlaufvorrichtung mit einem Kettenband oder Riemenantrieb auf, an dem Formleisten vorzugsweise gleichmäßig angeordnet sind. Die Formleisten weisen an Ihren Randbereichen bzw. Längsseiten Vertiefungen in der Form eines Abschnitts einer Vertiefung zur Ausbildung der Ansätze so auf, daß zwei aneinander anliegende Formleisten mindestens eine vollständige Vertiefung zur Ausbildung mindestens eines Ansatzes aufweisen. Die Formleisten sind so an der Umlaufvorrichtung bzw. am Ketten- oder Bandantrieb 15 angeordnet, daß die Formleisten auf geraden Abschnitten der Umlaufvorrichtung satt aneinander anliegen und so vollständige geschlossene Vertiefungen zur Ausbildung der Ansätze bzw. Anker ausbilden. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Formleisten in regelmäßigen Abständen an der Umlaufvorrichtung angeordnet.

20 In einer weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform wird der Ketten- bzw. Bandantrieb der Umlaufvorrichtung so unter Spannung gehalten, daß ein sattes aneinander Anliegen der Formleisten an den geraden Abschnitten des Antriebs erreicht wird. Zum dauerhaften Herstellen und Einstellen eines gewünschten Spannungszustandes werden bevorzugt Hydraulikzylinder, Spindelhubgetriebe 25 und/oder Pneumatikzylinder verwendet.

30 Zum Herstellen der Ankerplatten weist die Vorrichtung vorzugsweise eine Walze auf, die so im Bezug zur Umlaufvorrichtung angeordnet ist, bzw. an diese angestellt ist, daß zwischen Umlaufvorrichtung und Walze ein Spalt ausgebildet ist. Das Füllen der Formen bzw. Nester und die Ausbildung der Platte erfolgt im Spalt der Formleisten des geraden Abschnittes der Umlaufvorrichtung und der Anlegewalze, die entsprechend kraftschlüssig positioniert werden kann.

In einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform wird die Schmelze durch Extrudieren aus einer Schlitzdüse geformt und anschließend durch den Walzenspalt geführt.

5

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Temperatur der Formleisten so geregelt, bzw. gesteuert, daß eine optimale Ausbildung der Ankerplatte, ein optimaler Abkühlprozeß der Ankerplatte und/oder daß optimale Eigenschaften der Platte, wie beispielsweise besonders spannungsarme Platten, erreicht werden.

10

Nach dem Abkühlen der Platte und der Formen über die Formleisten entlang des geraden Abschnitts der Umlaufvorrichtung öffnen sich die Formleisten und damit die Formen am gekrümmten Abschnitt der Umlaufvorrichtung, so daß Platte und Anker freigegeben werden.

15

In einer weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform ist der gekrümmte Abschnitt der Umlaufvorrichtung kreisförmig ausgebildet, wobei der Ketten- bzw. Bandantrieb einen Teilkreisdurchmesser  $D_1$  und die Formleisten entlang des gekrümmten Abschnitts einen mittleren Durchmesser  $D_m$  aufweisen, wobei die Durchmesser zueinander so im Verhältnis stehen, daß nach dem Ende des geraden Abschnittes am Beginn des halbkreisförmigen Abschnittes sich der Abstand der Formleisten geometrisch bedingt so weit öffnet, daß ein Entformen der Absätze erfolgen kann. Einfluß auf die geometrischen Verhältnisse beim Entformen hat neben den Ankerabmaßen und den oben erwähnten Durchmessern auch die Breite der Formleisten. So ergibt sich beispielsweise bei einem Verhältnis  $D_1:D_m = 1:2$  bei einer Formleistenbreite von beispielsweise 50 mm ein frei werdender Abstand der Formleisten im kreisförmigen Abschnitt von ebenfalls 50 mm. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform öffnet sich der Spalt zwischen den Formleisten im gekrümmten Abschnitt aufgrund eines entsprechenden notwendigen Durchmessererverhältnisses Kettenteilkreis zu Formenteilkreis und ermöglicht so ein kraftloses Entformen der Anker.

20

25

30



Die Umlaufvorrichtung weist bevorzugt zwei gerade und zwei halbkreisförmige Abschnitte auf, so daß sich die Formleisten, nach dem Füllen mit Schmelze am ersten geraden Abschnitt und dem Öffnen am ersten kreisförmigen Abschnitt entlang eines nachfolgenden zweiten geraden Abschnitts wieder schließen. In einem weiteren

5 nachfolgenden zweiten kreisförmigen Abschnitt öffnen sich die Formleisten, um sich beim Übergang in den ersten geraden Abschnitt wieder fest zu schließen und neu gefüllt zu werden. Durch diesen Ablauf wird eine kontinuierliche fortlaufende Produktion ermöglicht.

10 In einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform werden die Formleisten während des Umlaufens entlang des zweiten geraden Abschnitts und des zweiten kreisförmigen Abschnitts temperiert.

Durch Veränderung des Teilungsabstandes der Ketten- und Formleisten können die

15 Abstände der Anker in Längsrichtung eingestellt werden. Durch Austausch der Formleisten können sowohl die Querabstände als auch die Formen der Anker verändert werden.

Wird bei besonderen Ankerabmaßen und Formleistenbreiten der Teilkreisdurch-

20 messer  $D_1$  des Ketten- bzw. Bandantriebs zum mittleren Formleistendurchmesser  $D_m$  nicht in ein besonderes Verhältnis gestellt, so daß am Ende des geraden Abschnittes und am Beginn des halbkreisförmigen Abschnittes eine zwangsfreie Entformung nicht ermöglicht wird, so kann durch besonders ausgebildete keilförmige

25 Formleisten der Abstand auch so verändert werden, daß ein Entformen ohne Kraft ermöglicht wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- 30 Fig. 1 eine Seitenansicht einer bevorzugten erfindungsgemäßen Vorrichtung;  
 Fig. 2 eine Seitenansicht eines Details einer bevorzugten erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 3 eine Seitenansicht einer weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform;

Fig. 4 eine Seitenansicht einer weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform;

5 Fig. 5 eine Seitenansicht eines Details einer weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

Fig. 6 eine Seitenansicht einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform mit einer Auftragseinrichtung.

10 Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform, aufweisend eine Umlaufvorrichtung 1 mit zwei geraden Abschnitten 1a und zwei kreisförmigen Abschnitten 1b. Die Umlaufvorrichtung 1 ist bevorzugt als Kettenantrieb mit einer Kette 2, Kettenrädern 3 sowie einer Innenauflage 4 ausgebildet. Ferner sind an der Umlaufvorrichtung 1 Formleisten 5 angeordnet. Die Formleisten 5 weisen ferner an ihren Längsseiten mindestens eine Vertiefung bzw. Aussparung oder Nest 6 auf. In einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform weist jedes Kettenglied der Kette 2 ein Trägerelement 7 auf, an dem eine Formleiste 5 angeordnet ist. Die Formleisten 5 sind bevorzugt im gleichen und konstanten Abstand zueinander entlang der Umlaufvorrichtung 1 angeordnet. Die bevorzugte geometrische Ausbildung der Formleisten 5 wird unten unter Bezugnahme auf Fig. 2 näher erläutert.

20 Ferner weist die Vorrichtung eine Walze bzw. Anlegewalze 8 auf, die derart im Bezug zur Umlaufvorrichtung 1 angeordnet ist, daß sich ein definierter Spalt 9 zwischen Walze 8 und den an der Umlaufvorrichtung 1 angeordneten Formleisten 5 ausbildet.

25 Über eine Flachdüse 10 wird Kunststoffschmelze 11 zwischen Walze 8 und Umlaufvorrichtung 1 gegeben. Im Spalt 9 erfolgt das Ausbilden der Kunststoff- bzw. Ankerplatte 12 sowie das Füllen der sich durch das dichte Aneinanderliegen zweier Formleisten 5 ergebenden Anker- bzw. Ansatzformen 13. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Anlegewalze 8 zum Einstellen einzelner Prozeßparameter in ihrer Position verstellbar.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Formleisten temperierbar ausgeführt. Dies ermöglicht eine Steuerung des Abkühlens der nach dem Durchlaufen des Spaltes 9 ausgebildeten Ankerplatte 12 entlang des geraden Abschnittes 1a der Umlaufvorrichtung 1. In weiteren bevorzugten Ausführungsformen sind die Träger-  
 5 vorrichtungen 7 derart ausgebildet, daß sie eine Temperierung der Formleisten 5 durchführen. In weiteren bevorzugten Ausführungsformen sind Formleisten 5 als solche temperierbar. Zur optimalen Einstellung der Produktionsparameter ist in einer bevorzugten Ausführungsform auch die Anlegewalze 8 temperierbar ausgeführt.

10

Beim Übergang der Formleisten 5 vom geraden Abschnitt 1a in den kreisförmigen Abschnitt 1b öffnen sich die Formleisten 5 bzw. die Vertiefungen 6 im bezug zueinander und geben die ausgebildeten Anker 14 der Ankerplatte 12 frei.

15 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die ausgebildete Ankerplatte 12 über eine Walze 15 dem weiteren Prozeß zugeführt.

Durch das Einstellen und Regeln der Temperatur an den verschiedenen und während der einzelnen Prozeßstufen können die Eigenschaften der Ankerplatte eingestellt und optimiert werden. Die Regelung der Temperatur bzw. des Temperaturver-  
 20 laufs ist beispielsweise zum Erzielen besonders spannungsarmer Platten geeignet.

Fig. 2 zeigt ein Detail der erfindungsgemäßen Ausführungsform aus Fig. 1. Dargestellt sind drei Kettenglieder der Kette 2 der Umlaufvorrichtung 1, die auf diesen angeordneten Trägerelemente 7 und Formleisten 5 sowie die ausgebildete Ankerplatte 12 mit Ankern 14 am Übergang vom geraden Abschnitt 1a zum halbkreisförmigen  
 25 Abschnitt 1b.

Wie deutlich zu erkennen ist, liegen die Formleisten 5 am geraden Abschnitt 1a dicht und kraftschlüssig aneinander an. Aussparungen 6 der Formleisten 5 sind so  
 30 ausgebildet, daß sie jeweils einen Abschnitt der negativen Ankerform darstellen und so, daß sie derart mit einer entsprechenden Aussparung 6 der benachbarten Formleiste 5 korrespondieren, daß die Aussparungen 6 zusammen beim Anliegen der

Formleisten 5 aneinander entlang des geraden Abschnittes 1a eine Aussparung 13 mit der gewünschten Negativform der Anker 14 aufweisen. Die Aussparungen oder Nester 6 sind beidseitig an den Längsseiten der Formleisten 5 korrespondierend zueinander angeordnet und bilden vorzugsweise eine Hälfte der negativen Ankerform 13 aus.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, weisen die Formleisten 5 an ihren Längsseiten unterschiedlich ausgebildete Aussparungen 6 auf, die beim aneinander Anliegen der Formleisten die negative Ankerform 13 ausbilden.

10

Beim Übergang vom geraden Bereich 1a in den halbkreisförmigen Bereich 1b öffnen sich die Formleisten 5 und damit auch die Aussparungen 6 im Bezug zueinander, wodurch die Anker 14 entformt bzw. freigegeben werden. Das Entformen erfolgt hierbei vorzugsweise kraftlos, d.h. es wirken keine zusätzlichen Entformungskräfte auf den Anker 14.

15

Um einen satten und kraftschlüssigen Anliegen der Formleisten aneinander entlang des geraden Abschnittes 1a zu gewährleisten, weist die Vorrichtung in einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform mindestens eine Spannvorrichtung 16, dargestellt in Fig. 3, auf. Hierbei handelt es sich bevorzugt um Hydraulikzylinder, Spindelhubgetriebe und/oder Pneumatikzylinder. Die Spannvorrichtung spannt hierbei besonders bevorzugt die Kette (2), das Band oder den Riemen, so daß das gewünschte aneinander Anliegen der Formleisten erreicht wird. In weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsformen liegen die Formleisten formschlüssig aneinander an.

20

25

In einer weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform weist die Umlaufvorrichtung 1 entlang des der Walze 8 entgegengesetzten geraden Abschnittes 1a eine Vorrichtung 17 auf. Die Vorrichtung 17 weist vorzugsweise mehrere temperierbare Walzen auf, über die die Formleisten temperiert werden. In einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform erfolgt durch die Vorrichtung 17 eine Temperierung der Formleisten auf ca. 80°.

30

In einer besonders bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform beträgt der äußere Abstand der sich gegenüberliegenden Formleisten 5 entlang der geraden Abschnitte 1a ca. 94,5 cm und der entsprechende mittlere Abstand der Kettenglieder der Kette 2 ca. 65 cm. Der Teilkreisdurchmesser des Kettenantriebes beträgt hierbei in etwa 66,8 cm. Walzen 8 und 15 weisen hierbei Durchmesser von etwa 80 cm bzw. 40 cm auf.

10 Bevorzugt verhält sich der Teilkreisdurchmesser  $D_1$  des Ketten- oder Bandantriebes zum mittleren Formleistendurchmesser  $D_m$  so, daß sich die Formleisten beim Übergang von dem geraden 1a in den gekrümmten Abschnitt 1b im bezug zueinander so weit öffnen, daß das Entformen kraftlos erfolgen kann. Die optimale Geometrie hängt hierbei von weiteren geometrischen Größen, wie beispielsweise Ankerhöhe und Breite, Formleistenbreite etc. ab.

15 Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung und mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird es ermöglicht, Kunststoff- bzw. Ankerplatten mit Ansätzen bzw. Ankern mit komplizierten geometrischen Formen, die Überschneidungen in mehreren Ebenen aufweisen, kontinuierlich zu fertigen. Bevorzugte Ankerformen sind beispielsweise bzgl. der Ankerplatte 12 auf dem Kopf stehende Kegelstümpfe oder Pyramiden-  
20 stümpfe sowie quer zur Produktionsrichtung angeordnete Stegprofile, beispielsweise T-Profile. Je nach Anwendungsfall und Anforderungen sind verschiedenste weitere geometrische Ankerformen fertigbar.

25 Um die Ankerform, die Abstände der Anker in Längs- und/oder Querrichtung zu variieren, kann in einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform der Teilungsabstand der Ketten- und/oder Formleisten variiert oder verändert werden und/oder sind die Formleisten auswechselbar ausgeführt.

30 Mit einer weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Vorrichtungen bzw. erfindungsgemäßen Verfahren sind ein- und/oder mehrschichtige Platten mit einseitigen oder beidseitigen Ankern und/oder verschiedene Formen herstellbar. Bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsformen ermöglichen die Herstellung von ein- und/oder mehrschichtigen Ankerplatten oder -folien, die eingearbeitete Gewirke, Vliese, me-

tallische Folien sowie Glasfasern und/oder Polyesterfasern ausweisen. Derartige Ausführungen erlauben das Erschließen spezieller Anwendungsgebiete.

Fig. 4 zeigt eine weitere bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsform wobei die  
 5 Vorrichtung neben der Flachdüse 10 eine weitere Flachdüse 18 sowie ein aus zwei Walzen 19 und 20 bestehendes Glättwerk aufweist. Weiterhin ist die Walze 8 bevorzugt schwenkbar ausgeführt, so daß sie mindestens zwei Positionen 8A, 8B einnehmen kann. Die beschriebene Vorrichtung eignet sich zur variablen Herstellung von Platten verschiedener Geometrien und Eigenschaften.

10 So wird in einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung über die Flachdüse 18 Kunststoffschmelze in das Glättwerk zwischen den Walzen 19 und 20 gegeben. Die hierbei entstehende Kunststoffplatte 21 wird der sich in Stellung 8B befindenden Walze 8 zugeführt und über Transport- und/oder Kühlvorrichtung 22 und die Walze  
 15 dem weiteren Prozeß zugeführt. In dieser bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können glatte Platten ohne Anker hergestellt werden. Auch Platten mit Verstärkungen und/oder Zusätzen können auf diese Weise produziert werden.

20 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform befindet sich die Walze 8 in Position 8A. Die über Düse 18 zugeführte Schmelze wird über Walzen 19 und 20 der Walze 8 und Vorrichtung 1 zugeführt. Auf diese Weise lassen sich Ankerplatten 23 mit größeren Stärken, Zusätzen und/oder Verstärkungen wie beispielsweise Folien oder metallische Folien fertigen. Die Platten 23 weisen vorzugsweise Dicken von ca. 3mm – 12mm auf.

25 Die Herstellung dünner Ankerplatten 12 erfolgt, wie bereits in bezug auf Fig. 1 – 3 beschrieben, durch Zuführen der Schmelze 11 aus der Düse 10 in den Spalt 9. Auf diese Weise hergestellte Ankerplatten 12 weisen vorzugsweise eine Dicke von ca. 1mm – 3mm auf.

30 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform befindet sich die Walze 8 in Position 8A, wobei sowohl Düse 18 als auch Düse 10 Schmelze zuführen. Die so entste-

henden Platten werden über die Walze 8 im Spalt 11 zusammengeführt und miteinander verbunden.

5 In weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsformen wird der Platte eine Folie oder sonst ein flächenhaftes Gebilde, wie z.B. Gewebe, Vlies, Gewirke und/oder Kunststoff- bzw. Metallfolie zugeführt und mit dieser verbunden.

10 In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform weisen die Walzen 8, 19, 20 und/oder 15 eines oder mehrere Profile auf, die auf die Schmelzbahn bzw. die Platten oder Folien 12, 21 und/oder 23 übertragen werden. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden zwei Kunststoffplatten mit Ankern, die mittels einer Umlaufvorrichtung 1 und einer Walze 8 hergestellt wurden, miteinander verbunden.

15 Fig. 5 zeigt eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Umlaufvorrichtung 1 bzw. der Formleisten 5 und der Trägervorrichtungen 7. Wird der Teilkreisdurchmesser  $D_1$  zum mittleren Formleistendurchmesser  $D_m$  nicht in ein besonderes Verhältnis gestellt, so daß am Ende des geraden Abschnittes 1a und am Beginn des gekrümmten Abschnittes 1b eine zwangsfreie Entformung nicht ermöglicht ist, kann durch besonders ausgebildete keilförmige Formleisten 5 das Öffnen derselben bzw.  
 20 der Vertiefungen 13 zum Entformen der Ansätze ermöglicht werden. Wie in Fig. 5 dargestellt, sind in einer besonders bevorzugten Ausführungsform die Formleisten 5 im wesentlichen zweiteilig ausgebildet und sitzen auf einer keilförmigen Trägervorrichtung 7 auf. Entlang eines geraden Abschnittes 1a sind die Trägervorrichtungen weitestgehend in die Formleisten eingeschoben, wodurch die Formleistenteile so  
 25 auseinandergedrückt werden, daß die Formleisten wie bereits beschrieben fest aneinander anliegen und die Vertiefungen 13 zur Ausbildung der Anker 14 ausbilden. Entlang der gekrümmten Abschnitte 1b werden die keilförmigen Trägervorrichtungen 7 zumindest teilweise aus den Formleisten herausgezogen. Die Formleistenteile bewegen sich, vorzugsweise an der Trägervorrichtung 7 anliegend, auf einander  
 30 zu. Hierdurch wird der Abstand der Formleisten 5 zueinander so verringert, daß sich die Formleisten 5 bzw. die Vertiefungen 13 in bezug zueinander zum Entformen der Ansätze öffnen. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform bewegen sich die

Formleisten 5 und die Trägervorrichtungen 7 im Bereich des gekrümmten Abschnitts auf unterschiedlich gekrümmten Ebenen.

Fig. 6 zeigt eine weitere bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsform, wobei diese bezüglich einer Kunststoffpulver-Auftragseinrichtung 27 so angeordnet, daß das Kunststoffpulver möglichst nah bzw. unmittelbar nach der Ausformung auf die Platte 12, 21, 23 aufgebracht wird, so daß die Eigenenergie der Platte (Wärme) zur Haftung des Pulvers auf der Platte nutzbar gemacht wird. Durch die Haftung des Pulvers oder Granulats wird eine rutschfeste Oberfläche der Platte 12, 21, 23 erreicht. Die Nutzbarmachung der Eigenenergie der Platte erlaubt eine besonders wirtschaftliche Herstellung. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird das Anhaften des Pulvers auf der Platte durch den Einsatz von Strahlern unterstützt. Besonders bevorzugt wird die Kunststoffpulver-Auftragseinrichtung 27 im Bereich der Umlenkwalze 15 eingesetzt.

In einer weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform wird die Vorrichtung in Verbindung mit weiteren Vorrichtungen, wie einen oder mehreren Randschnittvorrichtungen, Dickenmeßvorrichtung, Querschneiderkreissäge und/oder einem Zugwerk eingesetzt. Die Ankerplatten 12 können demnach nach der Herstellung weiter bearbeitet, zurechtgeschnitten, zu Platten verarbeitet oder aufgerollt und/oder einer Qualitätskontrolle unterzogen werden.

Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße horizontal, vertikal oder unter einem bestimmten Winkel angeordnet, wobei das Zuführen der Schmelze von oben, unten, seitlich oder unter einem bestimmten Winkel erfolgen kann. Weitere bevorzugte Erfindungsgemäße Vorrichtungen und Verfahren ergeben sich aus der Kombination der beschriebenen Ausführungsformen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren ermöglichen eine kontinuierliche Herstellung von Ankerplatten mit besonders kraftschlüssigen und komplizierten Ankerformen, die schnell und in wenigen Arbeitsschritten durchgeführt werden kann.



u.Z.: G1513 DE  
Körner, Ulrich  
Höhr-Grenzhausen, BRD

3. Juli 2002

5

## Patentansprüche

- 10 1. Vorrichtung zur Herstellung von Kunststoffplatten (12, 21, 23), die an mindestens einer Seite mit einstückig mit dieser ausgebildeten Ansätzen (14) versehen sind, gekennzeichnet durch
- 15 eine Umlaufvorrichtung (1) und eine an diese angestellte Walze (8),  
wobei die Umlaufvorrichtung (1) mindestens einen geraden Abschnitt (1a) und mindestens einen gekrümmten Abschnitt (1b) aufweist,  
wobei benachbarte Formleisten (5), die an ihren Längsseiten jeweils einen korrespondierenden Teil (6) mindestens einer Vertiefung bzw. eines Nests (13) zur Ausbildung der Ansätze (14) aufweisen, am geraden Abschnitt (1a) der Umlaufvorrichtung (1) so aneinander anliegen, daß korrespondierende Vertiefungen (6) benachbarter Formleisten (5) eine geschlossene Vertiefung bzw. ein Nest (13) bilden, und sich am gekrümmten Abschnitt (1b) in bezug zueinander zum Entformen der Ansätze (14) öffnen.
- 20
- 25 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei Kunststoffschmelze durch Extrudieren aus einer Schlitzdüse (10) geformt und anschließend durch mindestens einen Walzenspalt (9) zwischen Umlaufvorrichtung (1) und Walze (8) geführt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Umlaufvorrichtung (1) eine Kette (2), ein Band oder einen Riemen aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der gekrümmte Abschnitt (1b) kreisförmig ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Temperatur der Formleisten (5) und/oder der angestellten Walze (8) regelbar bzw. einstellbar ist.
- 5 6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Formleisten (5) eine oder mehrere einzelne Vertiefungen (6) über ihre Breite aufweisen.
7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Vertiefungen (13) in bezug auf die Kunststoffplatte die Form von auf dem Kopf stehenden Kegelstümpfen aufweisen.
8. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Formleisten (5) eine oder mehrere steg- und/oder leistenförmige Vertiefungen (6) aufweisen.
9. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Formleisten (5) variabel und/oder austauschbar sind.
- 15 10. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Formleisten (5) aus formstabilen Werkstoffen wie Stahl, Aluminium und/oder ähnlichen sind.
11. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Formleisten (5) gleichmäßig entlang der Umlaufvorrichtung (1) angeordnet sind.
- 20 12. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Spannung der Umlaufvorrichtung (1) bzw. von Kette (2), Band oder Riemen mittels einer Spannungsvorrichtung (16) aufbaubar und/oder einstellbar ist.
- 25 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Spannungsvorrichtung mindestens einen Hydraulikzylinder, ein Spindelhubgetriebe und/oder einen Pneumatikzylinder aufweist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Formleisten (5) entlang des geraden Abschnittes (1a) aufgrund der Spannung kraftschlüssig aneinander anliegen.
- 5 15. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei sich die am geraden Abschnitt (1a) aneinander anliegenden Formleisten (5) durch ein entsprechendes Verhältnis von Teilkreisdurchmesser ( $D_1$ ) der Umlaufvorrichtung (1) zum mittleren Durchmesser ( $D_m$ ) der Formleisten (5) beim Übergang vom geradem Abschnitt (1a) in den gekrümmten Abschnitt (1b) in bezug zueinander so öffnen, daß sie die in den Vertiefungen (13) ausgebildeten Ansätze (14) freigeben.
- 15 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die am geraden Abschnitt (1a) aneinander anliegenden Formleisten (5) auf einer keilförmigen Trägervorrichtung (7) so aufsitzen, daß sie sich beim Übergang vom geraden Abschnitt (1a) in den gekrümmten Abschnitt (1b) in bezug zueinander so öffnen, daß sie die in den Vertiefungen (13) ausgebildeten Ansätze (14) freigeben.
17. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Platte aus Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid (PVC), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Ethylen Tetrafluorethylen (ETFE), Sondertypen der genannten Werkstoffe oder einer Kombination davon hergestellt wird.
18. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei eine zweite Folienbahn oder Kunststoffplatte (23) auf die Walze (8) und die Umlaufvorrichtung (1) zugeführt und mit der Kunststoffplatte (12) zu einer homogenen Platte verbunden wird.
- 25 19. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Walze (8) zwischen mindestens zwei Positionen (8A, 8B) schwenkbar ist.
20. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei eine Düse (18) sowie ein Glättwerk bestehend aus Walzen (19, 20) zum Fertigen von Fo-

lien und/oder Kunststoffplatten (21, 23) so angeordnet ist, daß die Kunststoffplatten der Walze (8) in beiden Positionen (8A, 8B) zuführbar sind.

5 21. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei mindestens eine zweite Umlaufvorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche so zu der ersten angeordnet ist, so daß die entstehende Kunststoffbahn beidseitig Anker aufweist.

22. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Vorrichtung Einrichtungen (24, 25, 26) aufweist, mit denen Zusätze zugeführt und mit der Kunststoffplatte (12, 21, 23) verbunden werden.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, wobei es sich bei den Zusätzen um flächenhafte Gebilde wie Gewebe, Vlies, Gewirke, Metallfolie und/oder Kunststoffolie handelt.

15 24. Vorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, wobei die Zusätze über eine Walze (8, 19, 20) eingezogen und mit der Schmelze der Kunststoffplatte (12, 21, 23) verbunden werden.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 24, wobei die Zusätze und/oder flächenhafte Gebilde an und/oder zwischen den Platten (12, 21, 23) positioniert werden.

20 26. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei mindestens eine der Walzen (8, 15, 19, 20) ein Profil aufweist, das sie auf mindestens eine der Kunststoffplatten (12, 21, 23) überträgt.

25 27. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Vorrichtung horizontal, vertikal oder unter einem bestimmten Winkel angeordnet werden kann und wobei das Zuführen der Schmelze von oben, unten, seitlich oder unter einem bestimmten Winkel erfolgen kann.

28. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Vorrichtung bezüglich einer Kunststoffpulver-Auftragseinrichtung (27) so angeordnet ist, daß unmittelbar nach der Ausformung der Kunststoffplatte (12, 21, 23) de-

ren Eigenenergie nutzbar ist, um eine Haftung des Pulvers auf der Platte (12, 21, 23) zu erreichen.

29. Verfahren zur Herstellung von Kunststoffplatten (12, 21, 23), die an mindestens einer Seite mit einstückig mit dieser ausgebildeten Ansätzen (14) versehen sind, unter Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

30. Verfahren nach Anspruch 29, wobei eine flache aufgeschmolzene Kunststoffbahn durch den Spalt (9) zwischen dem geraden Abschnitt (1a) der Umlaufvorrichtung (1) und der angestellten Walze (8) gepreßt wird.

31. Verfahren zur Herstellung von Kunststoffplatten (12), die an mindestens einer Seite mit einstückig mit dieser ausgebildeten Ansätzen (14) versehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß

Schmelze durch Extrudieren aus einer Schlitzdüse (10) geformt und anschließend durch mindestens einen Walzenspalt (9) zwischen einer Umlaufvorrichtung (1) und einer an diese angestellte Walze (8) geführt wird,

wobei die Umlaufvorrichtung (1) mindestens einen geraden Abschnitt (1a) und mindestens einen gekrümmten Abschnitt (1b) aufweist,

wobei benachbarte Formleisten (5), die entlang ihrer Längsseiten jeweils einen korrespondierenden Teil (6) mindestens einer Vertiefung bzw. eines Nests (13) zur Ausbildung der Ansätze (14) aufweisen, am geraden Abschnitt (1a) der Umlaufvorrichtung (1) so geschlossen aneinander anliegen, daß korrespondierende Vertiefungen (6) benachbarter Formleisten (5) eine geschlossene Vertiefung bzw. ein Nest (13) bilden, wobei die Ausbildung der Kunststoffplatte (12) und der Ansätze (14) im Spalt (9) bzw. in den Vertiefungen (13) erfolgt, und

wobei sich die benachbarten Formleisten (5) am gekrümmten Abschnitt (1b) in bezug zueinander so öffnen, daß sie die in den Vertiefungen (13) ausgebildeten Ansätze (14) freigeben.

- 5 32. Verfahren nach Anspruch 31, wobei, wobei sich die am geraden Abschnitt (1a) aneinander anliegenden Formleisten (5) durch ein entsprechendes Verhältnis von Teilkreisdurchmesser ( $D_1$ ) der Umlaufvorrichtung (1) zum mittleren Durchmesser ( $D_m$ ) der Formleisten (5) beim Übergang von geradem Abschnitt (1a) in den gekrümmten Abschnitt (1b) in bezug zueinander so öffnen, daß sie die in den Vertiefungen (13) ausgebildeten Ansätze (14) freigeben.
33. Kunststoffplatte (12, 21, 23) mit Ansätzen (14), hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 32.
34. Kunststoffplatte (12, 21, 23) mit Ansätzen (14), hergestellt mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 28.

## Zusammenfassung

5

### Extrusionsanlage zur Herstellung einer Kunststoffplatte mit Ankernoppen

10 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung einer Kunststoffplatte und/oder Folie mit einstückig mit dieser ausgebildeten Ansätzen bzw. Ankern, bei der bzw. bei dem der aufgeschmolzene Kunststoff als flache Bahn durch einen Spalt zwischen einer Walze und einer Umlaufvorrichtung geführt wird, wobei die Umlaufvorrichtung umlaufende Formleisten mit Vertiefungen zur Ausbildung der Anker aufweist und wobei sich die Formleisten  
15 beim Übergang eines geraden Abschnitts in einen gekrümmten Abschnitt der Umlaufvorrichtung so öffnen, daß die ausgebildeten Anker kraftlos freigegeben bzw. entformt werden.

20 Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren ermöglichen eine kontinuierliche Herstellung von Ankerplatten mit besonders kraftschlüssigen und komplizierten Ankerformen, die schnell und in wenigen Arbeitsschritten durchgeführt werden kann.

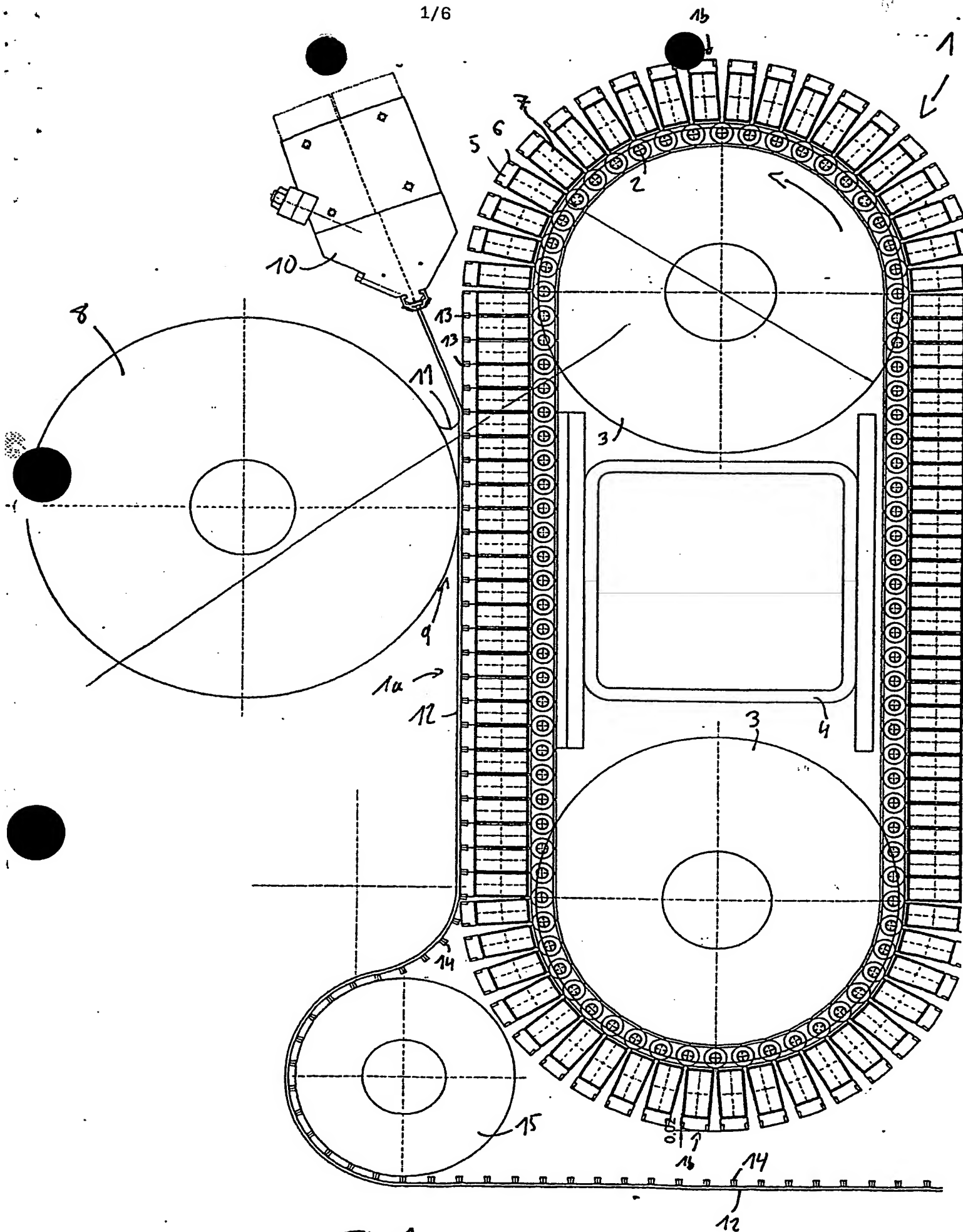


Fig. 1



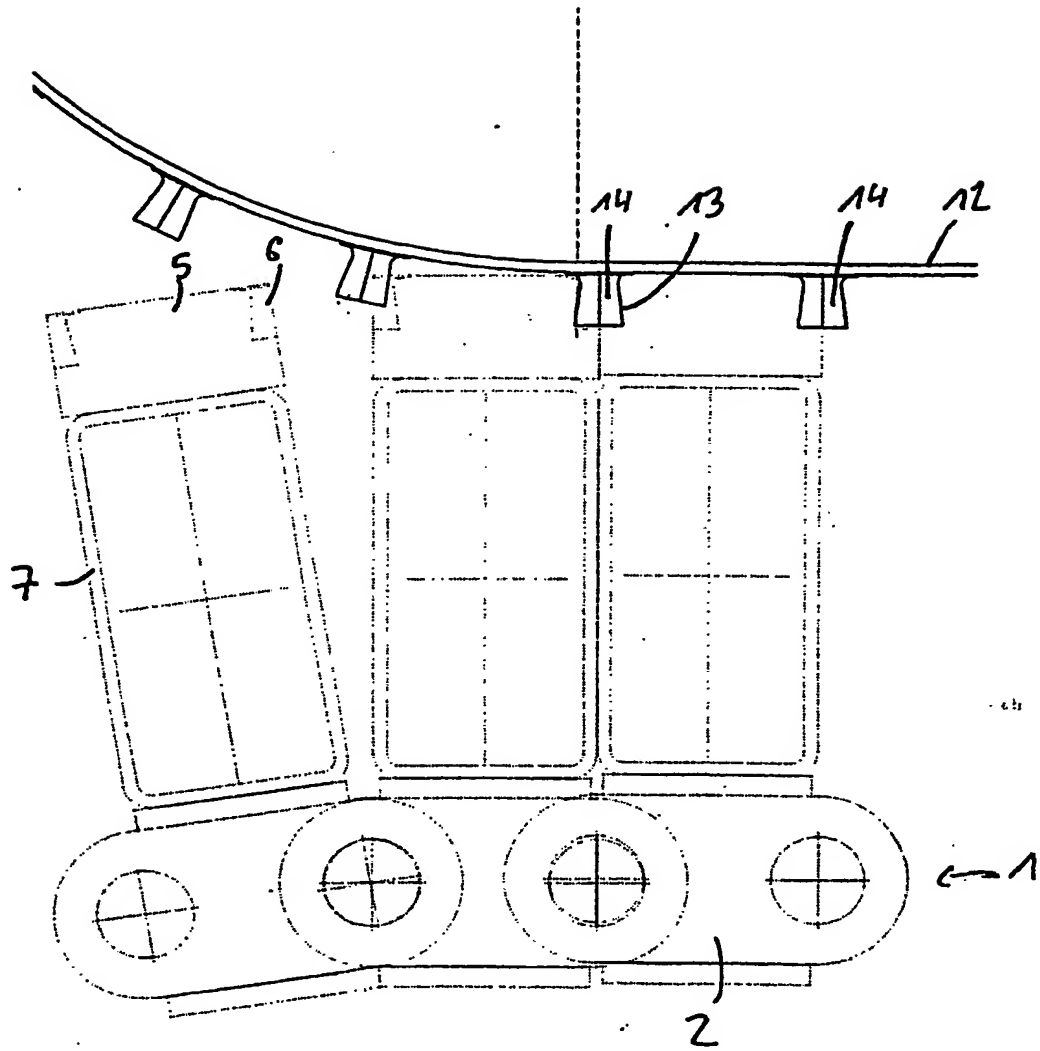


Fig. 2

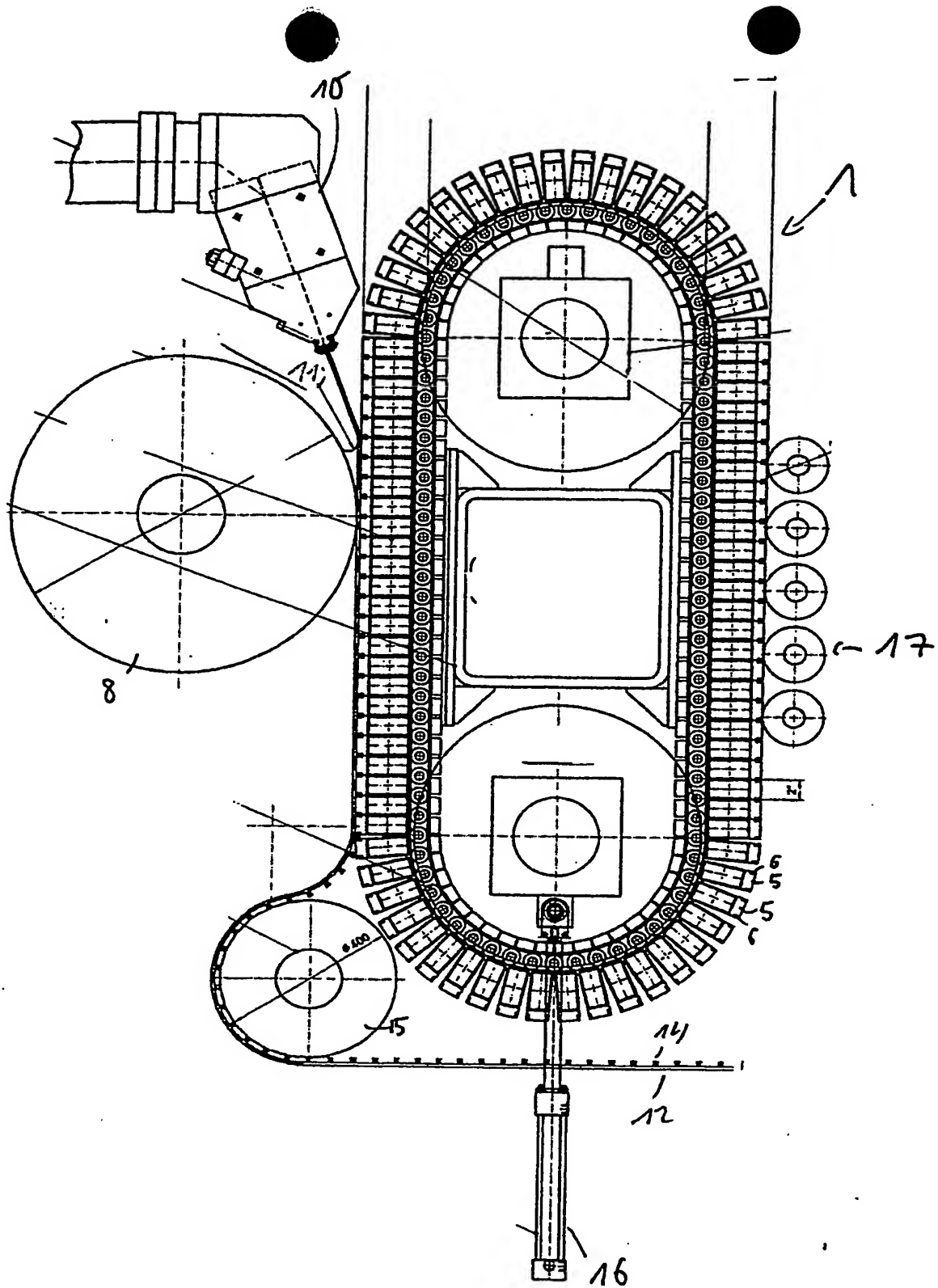


Fig. 3

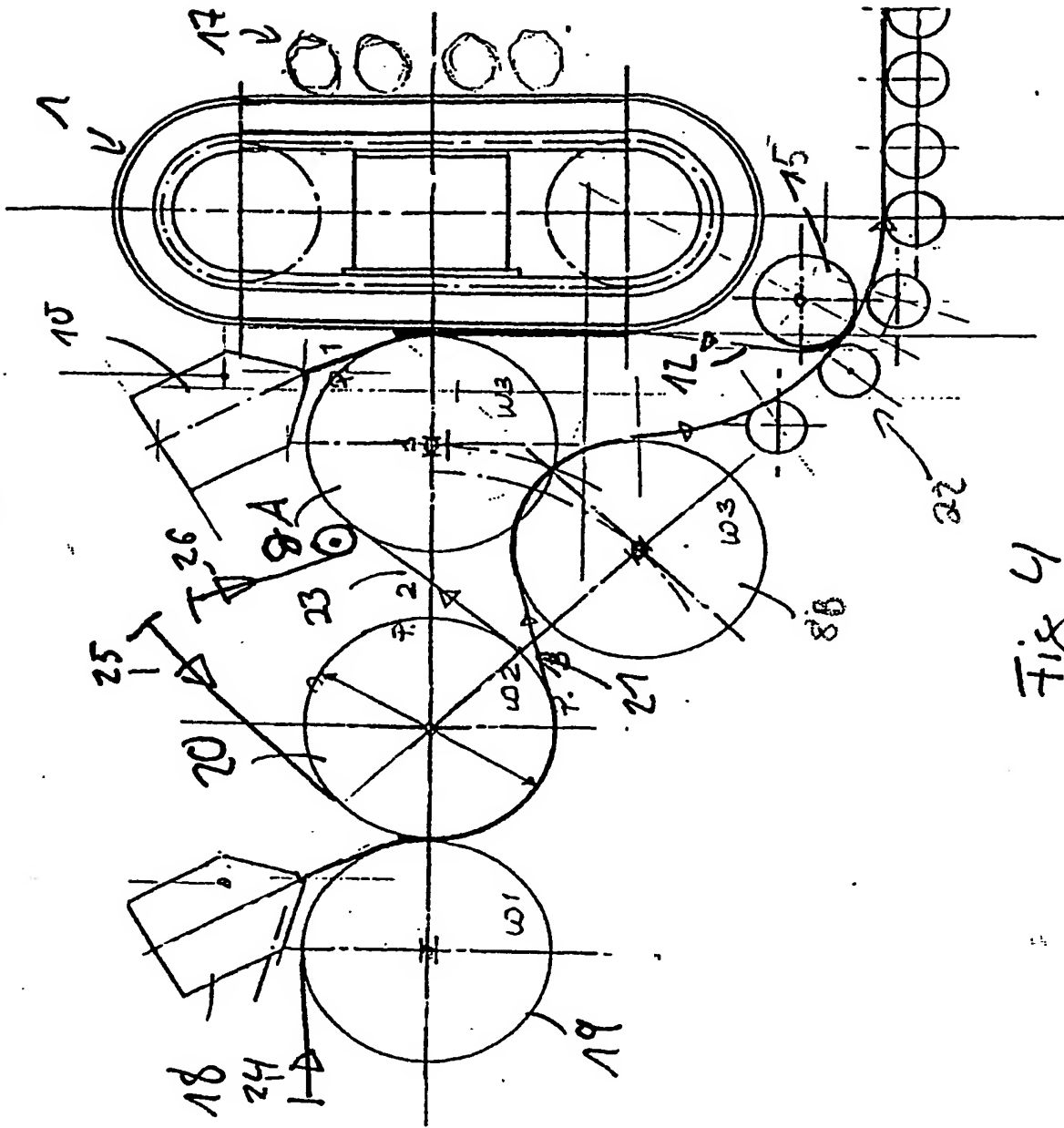


Fig 4

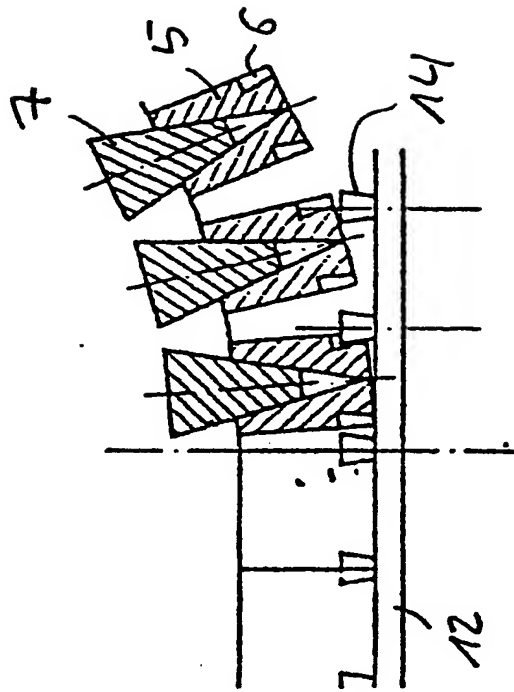


Fig. 5

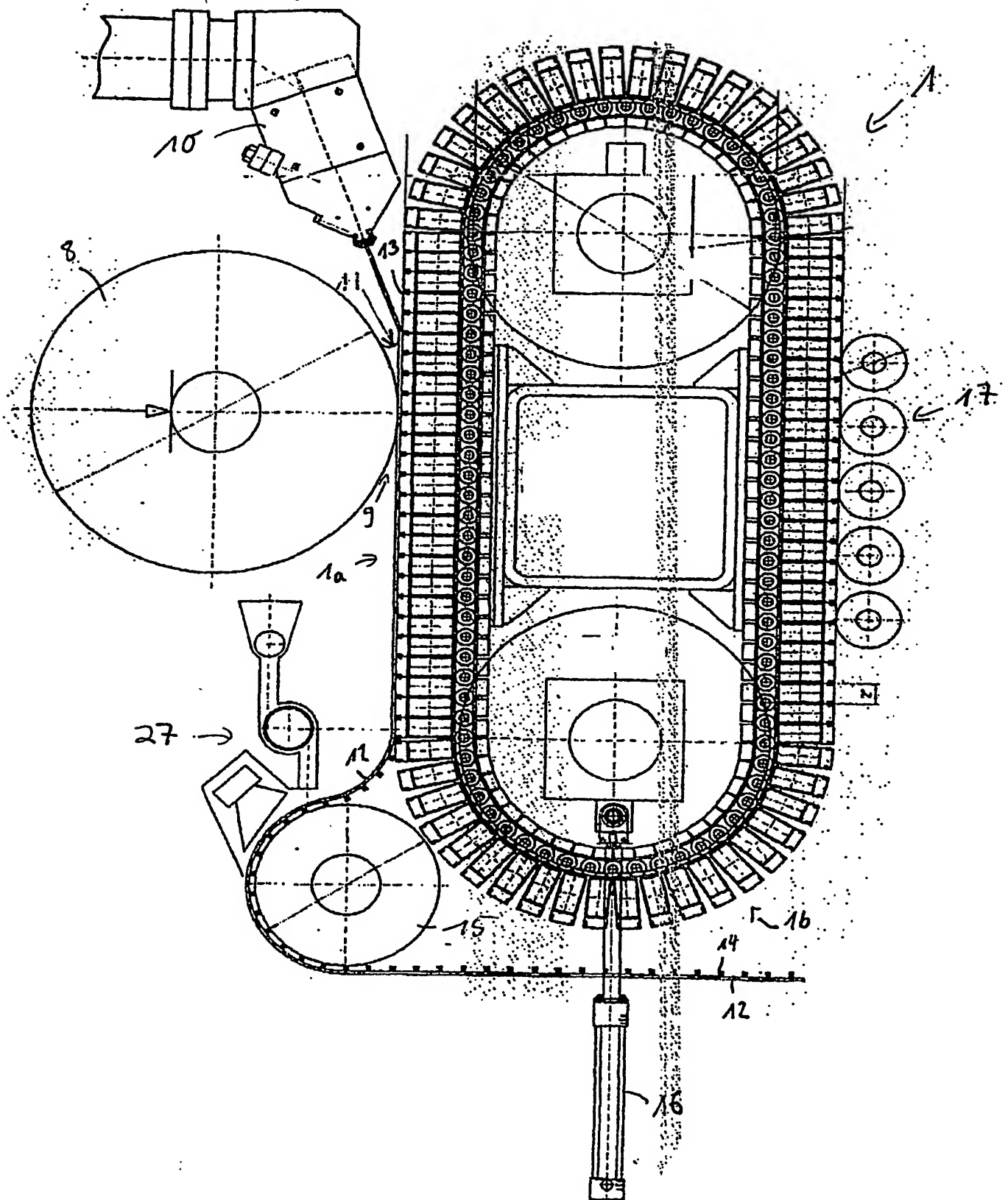


Fig. 6